Iranian Journal of Field Crops Research
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

Research Article
Vol. 22, No. 4, Winter 2025, p. 419-439

The Effect of Sowing Date on Yield and Quality Characteristics of Autumn Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Cultivars in Gonbad Kavous

E. Paserakloo[1], A. Biabani[2*], S. Yarahamdi[3], A. Saberi[4], M. Naeemi[5], F. Taliei[5]

1- Ph.D. Student, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
2- Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
3- Assistant Professor, Horticulture-Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
4- Associate Professor, Horticulture-Crops Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
5- Assistant Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Recourses, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
(*- Corresponding Author Email: abbas.biabani@gonbad.ac.ir)

Received: 29 February 2024
Revised: 18 May 2024
Accepted: 20 May 2024
Available Online: 08 December 2024

How to cite this article:
Paserakloo, E., Biabani, A., Yarahamdi, S., Saberi, A., Naeemi, M., & Taliei, F. (2025). The effect of Sowing Date on Yield and Quality Characteristics of Autumn Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars in Gonbad Kavous. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *22*(4), 419-439. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.87077.1311

Introduction

In many countries of the world, sugar production is one of the essential aspects of their agricultural economy, and in the meantime, the sugar beet plant, which is cultivated exclusively as a source of sucrose, plays an important role. In recent years, many studies have been conducted in Iran on various aspects of crop, breed, quality and other agricultural characteristics of autumn sugar beet. The results of this research confirm that sugar beet can be introduced as an important and effective autumn crop in the susceptible periodic system. One of the important factors in sugar beet root production is the sowing date, which affects the duration of the vegetative and reproductive growth period and the balance between them, and ultimately affects its quantitative and qualitative yield, so one of the general policies of the agricultural sector is to increase the production of this product. Several factors affect the formation of sugar beet yield. One of them is the bolting phenomenon. Flower formation is a phenomenon that in the sugar beet plant, it is known as bolting. In bolting root yield and root quality of flowering plants are reduced. The cultivars differ in bolting response. The genotype is important factor in Occurrence of the bolting phenomenon. Also, bolting rate between sowing dates is different.

Materials and Methods

The aim of the present study was to investigate the quality and strength changes in the sugar beet in order to assess effect of different sowing dates and cultivars on sugar and root yield. To investigate the effect of planting date on yield, a field trial was conducted during 2021-2022 in Gonbad Kavous. The experiment followed a split-

https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.87077.1311

plot arrangement with three cultivars and three replications- Iran. The experimental treatments were sowing dates and cultivars. Sowing date was the main factor and varied as follows: 4 October (D1), 18 October (D2), 3 November (D3), 19 November (D4), and 1 December (D5) and cultivars: Monatunno (C1), Rosagold (C2), 061 (C3) as sub-plot was considered. The origin of cultivars Monatunno, Rosagold and SBSI 061 is Kuhn & Co, Hilleshog and SBSI, respectively, also all cultivars are monogerm and bolting resistance with high yield potential. In analysis of traits first, the data were tested for normal distribution and variance homogeneity. A variance uniformity test was performed using the Bartlett's test (Arsham and Lovric, 2011). Statistical analysis was carried out with Statistical Analysis Software (SAS Institute Inc., Version 9.4). The means were compared with least significant difference test at the 5% level. Correlation test and Biplot analysis performed with XLSTAT. Ver. 2016.

Results and Discussion

The results of the research showed that the yield was affected by the planting date and variety. Monatono and Rosagold cultivars had the highest sugar yield on the first and second planting dates, because timely cultivation by absorbing maximum solar radiation leads to an increase in yield.

Conclusion

Comparison of the experimental treatment averages revealed that all cultivars achieved the highest sugar yield on the first and second planting dates. Timely planting optimizes the vegetative and reproductive growth periods, allowing maximum sunlight absorption, which in turn enhances root and sugar yield. Based on the findings and the analysis of quality trait changes, it is recommended that beet growers in Golestan Province cultivate the Rosagold and Monatuno cultivars during the first two planting dates to achieve maximum sugar yield per unit area.

Keywords: Sugar beet, Production efficiency, Solar radiation, Sowing date, Yield

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۲۲، شماره ٤، زمستان ١٤٠٣، ص ٤٣٩-٤١٩

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و خصوصیات کیفی ارقام چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) پاییزه در منطقه گنبد کاووس

انسیه پسرکلو[۱]، عباس بیابانی[۲*]، سعید یاراحمدی[۳]، علیرضا صابری[٤]، معصومه نعیمی[۵]، فاختک طلیعی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۳۱

چکیده

یکی از سیاست‌های کلی کشاورزی در جهت افزایش عملکرد، تنظیم عوامل مؤثر بر تولید، از قبیل تاریخ کاشت است که بر طول دوره رشد رویشی و زایشی و تعادل بین آن‌ها و در نهایت، بر عملکرد کمّی و کیفی آن تأثیر می‌گذارد. بنابراین هدف از این پژوهش، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و سازگارترین رقم در منطقه گنبد به‌عنوان عوامل زراعی مؤثر در افزایش راندمان تولید شکر است. به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت پاییزه چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) بر عملکرد آن، آزمایش اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس طی دو سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ انجام شد. عامل اصلی تاریخ کاشت در پنج سطح (۱۰ مهر، ۲۵ مهر، ۱۰ آبان، ۲۵ آبان و ۵ آذر) و عامل فرعی رقم در سه سطح (موناتونو، روزاگلد و SBSI 061) بود. نتایج پژوهش نشان داد که عملکرد تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم قرار گرفت. ارقام موناتونو و روزاگلد، بیشترین عملکرد را داشتند. میانگین‌های تیمارهای آزمایشی نشان داد که تمامی ارقام کشت‌شده، بیشترین عملکرد قند را در تاریخ کاشت اول و دوم داشتند. عملکرد ریشه در رقم رزاگلد در تاریخ کاشت اول، بیشترین مقدار (به‌میزان ۱۳۰ تن در هکتار) و رقم ۰۶۱ در تاریخ‌های کاشت چهارم و پنجم، کمترین مقدار (به‌میزان ۳۶/۲۵ تن در هکتار) بود. بالاترین مقدار عملکرد شکر سفید طی هر دو سال زراعی مورد مطالعه، در دو تاریخ کاشت اول در رقم رزاگلد (۲۴/۲۶ و ۱۳/۸ تن در هکتار) حاصل شد، درحالی‌که کمترین میزان شکر سفید در رقم ۰۶۱ با مقادیر ۵/۷۴ و ۵/۵۰ تن در هکتار به‌دست آمد. در نهایت، براساس بررسی نتایج این آزمایش و تجزیه و تحلیل اطلاعات تغییرات صفات کیفی، کشت ارقام روزاگلد و موناتونو در دو تاریخ کاشت اول به‌منظور دستیابی به حداکثر عملکرد قند در واحد سطح به چغندرکاران شرق استان گلستان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تشعشع خورشیدی، چغندرقند، راندمان تولید، عملکرد

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) به‌عنوان گیاه زراعی صنعتی مهم، یکی از دو منبع استحصال شکر در جهان به‌شمار می‌رود. در بسیاری از کشورهای جهان، تولید شکر یکی از جنبه‌های ضروری اقتصاد کشاورزی آن‌ها بوده و در این بین، گیاه چغندرقند که منحصراً به‌عنوان منبع ساکارز کشت می‌شود، نقش مهمی را ایفا می‌کند (Lubova *et al.*, 2018). ایران یکی از شش کشور جهان محسوب می‌شود که شرایط رشد و تولید شکر از هر دو محصول چغندرقند و نیشکر را دارا است. برنامه‌ریزی برای افزایش تولید این گیاهان زراعی به‌منظور دستیابی به خودکفایی و جلوگیری از واردات شکر ضروری

۱- دانشجوی دکتری، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۲- استاد، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۳ و ۴- به‌ترتیب استادیار و دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
۵- استادیار، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: abbas.biabani@gonbad.ac.ir)

https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.87077.1311

اسـت (Bayomi, El-Hashash, & Moustafa, 2019). یکـی از عوامل مهم در تولید چغندر، تاریخ کاشت می‌باشد که بـر طـول دوران رشد رویشی و زایشی و توازن بین آن‌ها و در نهایت، بر عملکرد کمّی و کیفی تأثیر می‌گذارد (Grimmer *et al*., 2007). مطالعات مختلفـی در چغندرقند، تأثیر ژنوتیپ و محیط بر عملکرد آن را بررسـی کرده‌انـد (Wolfgang *et al*., 2020).

طی سال‌های اخیـر، مطالعـات زیـادی در ایـران روی جنبـه‌های مختلف به‌زراعی، به‌نژادی، کیفیت و سایر خصوصیات زراعی چغندرقند پاییزه انجام شده است. نتایج این تحقیقات مؤید آن است که می‌توان چغندرقند را به‌عنوان یک محصول پاییزه مهـم و اثرگـذار در سیسـتم تناوبی مستعد معرفی کرد. مهم‌ترین عاملی که می‌توان آن را به‌عنوان شاخصی بارز برای اولویت و برتری کشت پاییزه چغندرقند نسبت بـه کشت بهاره معرفی کرد، استفاده بهینـه از نـزولات آسـمانی در طـول دوره رشد و کارآیی مصرف آب بالاتر در زراعت چغندرقند پاییزه است. این موضوع هنگامی اهمیت بیشتری می‌یابد که در ایـران، آب عامـل اصـلی محدودکننـده کشـاورزی قلمـداد می‌شـود (Langden & Thomas, 1989). محصولات پاییزه پیش از ورود بـه دوره زمسـتان، شاخص سطح برگ خود را به‌طور قابل‌توجهی توسعه می‌دهند، این امر باعث می‌شود که دریافت تشعشع خورشیدی در بهار سال بعـد بیشـتر شود. بر همین اساس، کاشت پاییزه چغندرقند می‌تواند مناسب‌تر باشـد (Hoffmann & Kluge-Severin, 2010).

ریچتر و همکـاران (Richter, Semenov, & Jaggard, 2006) توسعه فصل رشد از طریـق کاشـت زودهنگـام و برداشـت دیرهنگـام چغندرقند را به‌عنوان راهکاری جهت مقابلـه بـا کـاهش تولیـد شـکر معرفی نمودند.

ناخالصی‌های غیرقندی مانند سدیم (Na)، پتاسیم (K) و نیتـروژن مضره (α-amino N) موجود در چغندرقند بـر کیفیـت آن و همچنـین فرآیند استخراج قند تأثیر می‌گذارد. نیاز است که به‌منظور افزایش قند قابل‌استحصال، میزان این ناخالصی‌ها کاهش یابد (Pi *et al*., 2014). میزان سدیم و پتاسیم، جزو شاخص‌های بسیار مهم کیفیت چغندرقنـد می‌باشند، این ترکیبـات بـه لحـاظ تکنولـوژی تولیـد قنـد و شـکر از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت چغندرقند هستند، زیرا ایـن ترکیبـات به‌شدت ملاس‌زا بوده و راندمان تولید را به‌طور قابـل‌تـوجهی کـاهش می‌دهند. با تأخیر در تاریخ کاشت و گرم شدن هوا، رشد رویشی گیـاه مجدداً شروع می‌شود و نیتروژن مورد نیـاز را مجدداً از خـاک جـذب می‌نماید که منجر به تجمع نیتروژن مضره در گیاه می‌شود (Kandil, 2004).

رشد، عملکرد و کیفیت چغنـدر تحـت تـأثیر تاریخ‌هـای مختلـف کاشت قرار می‌گیرد. گزارش شده است که کاشـت زودهنگـام چغنـدر (در ماه‌های شهریور تا مهر)، عملکرد قند و محتوای سـاکارز بـالاتری در واحد سطح در مصر ایجاد کرد. کاشت دیرهنگام چغندرقنـد در مـاه آبان باعث کاهش عملکرد، طول و قطر و همچنـین محتـوای قنـد در مقایسه با کاشت زودهنگام در اکتبـر شـد (Zarski, Vark, Houba, & Vanderlee, 2020). کنـدیل و همکـاران (Kandil, Badawi, El-Moursy, & Abdou, 2004) صفات وزن خشک ریشه، شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و میزان جذب خالص را در تاریخ‌هـای کاشت متفاوت اندازه‌گیری کردند که مطلوب‌ترین تاریخ کاشت آن‌هـا، ۱۵ مهر اعلام شد. طی مطالعه‌ای نشان داده شد کـه ترکیبـات جامـد محلول کل، درصد قند کل و درصد قند ساکارز به‌طـور قابـل‌تـوجهی تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار دارند. در مطالعه‌ای که در نزدیکی ریاض (عربستان سعودی) انجام شد نیز، تاریخ کاشت مطلوب ۱۵ مهر اعلام شد که در این تاریخ، بالاترین عملکرد ریشـه و مطلـوب‌ترین کیفیـت حاصل شد. اثر متقابل بین تاریخ کاشت و تراکم نیز با عملکـرد ریشـه ارتباط معنی‌دار داشت (Refay, 2010). کاهش عملکرد ناشی از تأخیر در زمان کاشت با تفاوت دوره دمایی موجود در بین دو تـاریخ کاشـت مطلوب و تأخیری قابل‌توجیه است.

در پژوهشی، عملکرد پنج رقم در تاریخ کشت‌هایی از شـهریور تـا آذر مورد بررسی قرار گرفتند. با افزایش طـول فصـل رشـد، عملکـرد چغندرقند افزایش یافت. اولین تاریخ‌های کاشت، بیشترین عملکـرد را داشتند. کمترین میزان عملکـرد (۴۲ تـا ۶۹ تـن در هکتـار) در تـاریخ کشــت‌های اواخــر آذر ۲۰۱۲ و اواســط آبــان ۲۰۱۳ به‌دســت آمــد (Richter *et al*., 2006). طی پژوهشـی نشـان داده شـد کـه تـاریخ کاشت، تاریخ برداشت و اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت با عملکرد قنـد در سطح یک درصد ارتباط معنی‌دار داشتند، همچنین گزارش شد کـه با تأخیر در برداشت، اختلاف میزان قند حاصل در تاریخ‌هـای کاشـت متفاوت کاهش می‌یابد. عوامل اصلی که در این مطالعه بر عملکرد قند تأثیرگذار بودنـد، درجـه روز رشـد (GDD) و تعـداد روز از کاشـت تـا برداشت بود (Rinaldi & Vonella, 2006). به‌منظور بررسـی تـأثیر تاریخ کاشت (مهر، آبان و آذر) و رقـم (مونـاتونو و Kaweinterpoly) بر رشد، عملکرد و کیفیت شکر، مطالعه‌ای در جنوب اسپانیا انجام شـد که نشان داد شرایط آب‌وهوایی بر تجمع مـاده خشـک و رشـد بـرگ تأثیر می‌گذارد، بنابراین کاشت زودتر چغندرقند (کاشت در مهر ماه) که موجب قرارگیری آن در شرایط دمایی مطلوب‌تر می‌شود، سـبب تولیـد مقدار بیشتری ماده خشک می‌گردد کـه ایـن امـر منجـر بـه افـزایش عملکرد ریشه و قند شد (Garcia & Bellido, 1986).

جهـانی‌مقـدم و همکـاران (Jahani Moghadam, Parsa, Mahmoudi, & Ahmadi, 2015) در ارزیـابی اثـر ارقـام و تـاریخ کاشت بر خصوصیات کیفـی و کمّـی چغندرقنـد در خراسـان رضـوی گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد ریشه در تاریخ کاشـت اول (اول مهر) در ارقام مراک و موناتونو به‌ترتیب با ۵۴/۲ و ۵۴/۳ تن در هکتار و کم‌ترین آن در تاریخ کاشت دوم (بیسـتم مهـر) در ارقـام شـریف و موناتونو مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین عملکرد قند ناخـالص و قنـد

سفید در رقم مراک در تاریخ کاشت اول (اول مهر) به‌دست آمد، همچنین بیش‌ترین درصد قند نیز در رقم موناتونو در تاریخ کاشت دوم (بیستم مهر) به‌میزان ۲۲/۱ درصد بود.

صادق‌زاده حمایتی و همکاران (Sadegh Zadeh Hemaiati *et al.*, 2013) آزمایشی با سه تاریخ کاشت (پانزدهم شهریور، مهر و آبان) و پنج رقم (رسول، مونوتونا، ۹۵۹۷ (شاهد حساس)، SBSI002 و SBSI003) در جیرفت انجام دادند و نتایج آن حاکی از تأثیر معنی‌دار تاریخ کاشت بر عملکرد شکر سفید بود، به‌نحوی‌که کاهش طول دوره رشد به‌مدت دو ماه (ناشی از تأخیر در زمان کاشت) موجب کاهش عملکرد شکر سفید به‌میزان ۷۲/۵ درصد شد.

توسعه کشت پاییزه چغندرقند یکی از راهکارهای مهم جهت تأمین شکر مورد نیاز کشور محسوب می‌شود. ارقام جدید مقاوم به پدیده ساقه رفتن (بولتینگ)، امکان توسعه کشت پاییزه چغندرقند در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر کشور را فراهم می‌کنند. بر این اساس، مطالعه‌ای توسط طالقانی و همکاران (Taleghani, Mohammadian & Sadeghzadeh Saghadi, 2012) انجام شد که در آن به بررسی اثر سه سطح تاریخ کاشت (اوایل مهر، نیمه مهر و اوایل آبان) روی سه رقم (مقاوم، نیمه‌مقاوم و حساس به پدیده ساقه رفتن) در مغان انجام شد و نتایج نشان داد که اثر رقم بر میزان ساقه رفتن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. میزان ساقه روی رقم حساس (۸۹/۷۵ درصد) به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم‌های متحمل (۱۲/۲۳ درصد) و نیمه‌متحمل (۴۱/۷۸ درصد) به ساقه رفتن بود. از طرفی، اثر زمان کاشت بر عملکرد ریشه، شکر و شکر سفید معنی‌دار نشد. بنابراین، می‌توان از طریق تنظیم دو عامل تاریخ کاشت و انتخاب رقم مقاوم و حتی تولید بذر در مناطق معتدل تا حدودی مانع از ساقه رفتن بوته‌های چغندرقند شد.

نتایج آزمایش‌های طالقانی و صادق‌زاده (Taleghani & Sadegh Zadeh, 2012) در استان گلستان نشان داده است که موفقیت کشت پاییزه چغندرقند علاوه‌بر وجود ارقام با مقاومت بالا به بولتینگ، به شاخص‌های کیفی به‌ویژه ضریب استحصال بستگی دارد، همچنین طی آزمایش‌های سه ساله در شهرستان آق‌قلا استان گلستان مشاهده شد که ضریب استحصال چغندرقند پاییزه پایین و مقدار آن در دامنه ۴۵ تا ۷۲ درصد متغیر بوده است.

در مطالعه انجام‌شده توسط عبداللهی و همکاران (Abdullahi, Hatami, Yusufabadi, & Ashraf, 2018) با چهار سطح تاریخ کاشت (۱ مهر، ۲۰ مهر، ۱۰ آبان و ۳۰ آبان) و روی دو رقم (شریف و اسپارتاک)، تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید اثر معنی‌دار داشت. اوایل مهرماه، مطلوب‌ترین تاریخ کاشت معرفی شد که عملکرد شکر سفید در این تاریخ، حدود ۱۴/۰۸ تن در هکتار بود و رقم اسپارتاک نیز به‌عنوان رقم مناسب جهت کاشت معرفی شد.

یوسف‌آبادی (Yousefabadi, 2013) در مقایسه عملکرد کمّی و کیفی ارقام مقاوم به بولتینگ (ساقه‌روی) چغندرقند در شرایط استان گلستان مشاهده نمودند که ارقام مختلف از نظر ضریب استحصال با یکدیگر تفاوت دارند و دامنه ضریب استحصال نه رقم مورد آزمایش در این تحقیق از ۶۷/۹ تا ۷۵/۵ درصد متغیر بود. آن‌ها همچنین گزارش نمودند که در دو منطقه آق‌قلا و گنبد علاوه‌بر پایین بودن ضریب استحصال، مناطق مذکور نیز از این بُعد نیز با یکدیگر تفاوت داشتند، به‌طوری‌که مقدار ضریب استحصال برای این دو منطقه به‌ترتیب ۶۷/۴ و ۷۶/۶ درصد بوده است. آن‌ها علت اصلی پایین بودن ضریب استحصال در این مناطق را بالا بودن ناخالصی‌های ریشه (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) اعلام نمودند.

براساس مطالعه انجام‌شده توسط وحیدی و همکاران (Vahidi, Sadeghzadeh Hamaiti, Rajabi & Yarnia, 2016) با موضوع بررسی اثر دو تاریخ کاشت (اواسط فروردین و اواخر خرداد) و شش رقم بر عملکرد کمّی و کیفی چغندرقند در کرج، اعلام شد که عملکرد بالقوه ریشه و عملکرد قند به‌دلیل تأخیر در کاشت حدود ۳/۸-۳/۵ درصد در هفته کاهش یافتند.

حسین‌پور و بابایی (Hosseinpour & Babaei, 2017) در بررسی علت پایین بودن ضریب استحصال شکر در کشت پاییزه چغندرقند استان گلستان توصیه نمودند که با توجه به تأثیر منطقه و رقم بر عملکرد، عیار و ناخالصی ریشه، بهتر است که در این خصوص، مطالعه بیشتری به عمل آید و تولید چغندرقند در مناطق مستعدتر استان و با استفاده از ارقام با کیفیت بهتر انجام شود.

تعیین مناسب‌ترین زمان کاشت چغندرقند، یکی از مهم‌ترین عوامل مدیریتی کشت این محصول است. محدودیت اصلی در کشت زودهنگام چغندرقند بهاره، خطر بروز یخبندان بعد از سبز شدن و در مرحله گیاهچه‌ای می‌باشد. بر این اساس، جلیلیان و نجفی (Jalilian & Najafi, 2016) مطالعه‌ای را بر روی تاریخ کشت در سه منطقه اسلام‌آباد غرب، کنگاور و کرمانشاه (شامل شهرستان‌های صحنه، بیستون و ماهدشت) انجام دادند، نتایج حاصل نشان داد که زودترین تاریخ کشت قابل توصیه که کمترین خطر خسارت یخ‌زدگی (کمتر از ۲۰ درصد) برای گیاهچه چغندرقند را داشته باشد، در کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب و کنگاور به‌ترتیب در محدوده ۲۷ اسفند، دوم و بیستم فروردین ماه است.

چغندرقند گیاهی دوساله است که در سال اول، ریشه و در سال دوم، بذر تولید می‌کند. بعضی از بوته‌ها در سال اول به‌دلیل کاهش دما، ساقه گل‌دهنده تولید می‌کنند که به آن ساقه‌روی یا بولتینگ می‌گویند. در سال‌هایی که میانگین درجه حرارت ماه‌های زمستان به کمتر از ۲۹ درجه سانتی‌گراد برسد، گیاه ورنالیزه شده و در بهار به‌دلیل ظهور ساقه گل‌دهنده، ریشه‌ها خشبی و فیبری می‌شوند. طبق مطالعات صادقیان مطهر (Sadeghian Motahar, 1994) وجود

بیش‌ازحد ساقه‌های گل‌دهنده موجب پایین آمدن درصد قند، عملکرد ریشه و خلوص شربت خام می‌شود، بنابراین یکی از عوامل مهم در توسعه کشت پاییزه استفاده از ارقام مقاوم به ساقه‌روی است. محققان تحقیقات به‌نژادی چغندرقند، اصلاح ارقام پاییزه مقاوم به ساقه‌روی که یکی از محدودیت‌های اصلی کشت چغندرقند پاییزه می‌باشد را در برنامه‌های اصلاحی خود قرار داده‌اند، زیرا کشت پاییزه چغندرقند از نظر کاهش مصرف آب و هزینه‌های تولید بسیار به‌صرفه‌تر از کشت بهاره است، بنابراین تلاش در جهت توسعه کشت پاییزه این گیاه حائز اهمیت است.

در مطالعه‌ای، نبی‌پور و همکاران (Nabipour, Habibi, Ahmadi, Taleghani, & Kashani, 2017) با بررسی اثر دو تاریخ کاشت ۷ و ۲۷ مهر ماه بر روی پنج رقم چغندرقند پاییزه گزارش کردند که رقم شریف، بیش‌ترین درصد ساقه‌روی (۱۶/۶۲ درصد) و رقم گیادا کم‌ترین میزان ساقه‌روی (۰/۱۲ درصد) را داشتند. همچنین میزان ساقه‌روی در تاریخ کاشت ۷ مهر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تاریخ کاشت ۲۷ مهر بود.

با توجه به این‌که کشت چغندرقند پاییزه طی چند سال اخیر در استان گلستان رواج یافته است و از طرفی، چغندر از لحاظ اقتصادی محصولی ارزشمند است، لذا یکی از سیاست‌های کلی بخش کشاورزی، افزایش تولید این محصول در نظر گرفته شده است. بنابراین، هدف از این پژوهش، تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و سازگارترین رقم در منطقه گنبد به‌عنوان عوامل زراعی مؤثر در افزایش راندمان تولید شکر است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس واقع در استان گلستان در طول جغرافیایی ۱۰ دقیقه و ۱۲ درجه شرقی و عرض ۳۷ دقیقه و ۱۶ درجه شمالی و با ۴۵ متر ارتفاع از سطح دریای آزاد انجام شد. اقلیم گنبد، نیمه‌خشک و نیمه‌گرمسیر است و متوسط بلندمدت بارش آن، حدود ۴۰۰ میلی‌متر است. طی دو سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. بذور مورد نیاز از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند کشور تهیه گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو عامل اصلی و فرعی در این طرح مورد بررسی قرار گرفتند. عامل اصلی تاریخ کاشت در پنج سطح مختلف شامل ۱۰ مهر، ۲۵ مهر، ۱۰ آبان، ۲۵ آبان و ۵ آذر و عامل فرعی رقم در سه سطح شامل موناتونو، رزاگلد و SBSI 061 بودند که در مجموع، تعداد ۱۵ تیمار در هر تکرار کشت شد. سه رقم مورد مطالعه همگی مونوژرم و مقاوم به ساقه‌روی (بولتینگ) و دارای پتانسیل عملکرد بالا برای انجام آزمایش بودند. دو رقم موناتونو و رزاگلد، ارقام خارجی و رقم 061 ایرانی بود. ارقام مورد مطالعه، محل آزادسازی و خصوصیات ارقام در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- ویژگی ارقام مورد مطالعه چغندرقند در آزمایش بررسی تاریخ کاشت پاییزه چغندرقند و محل آزادسازی آن‌ها

Table 1- Characteristics of sugar beet cultivars studied in the experiment to check the date of autumn sowing of sugar beet and their release location

رقم Cultivar	تیپ رشدی Growth type	کشور مبدا The origin country	طول دوره رشد Length of growth period (Day)	درصد قند Sugar percentage	عملکرد شکر سفید White sugar yield (t ha^{-1})	عملکرد ریشه Root yield (t ha^{-1})
موناتونو Monatunno	قندی- پاییزه Sugary-autumn	سوئد Sweden	220-240	کم Low	زیاد High	زیاد High
رزاگلد Rosagold	قندی- پاییزه Sugary-autumn	هلند Netherlands	220-240	زیاد High	متوسط Average	متوسط Average
061 SBSI 061	قندی- پاییزه Sugary-autumn	ایران Iran	220-240	کم Low	متوسط Average	زیاد High

قطعات مورد نظر برای انجام کاشت در هر دو سال زیر کشت گندم بودند. قبل از اجرای آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری شد و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۲). در شهریور ماه جهت تهیه بستر کاشت اقدام گردید. مراحل تهیه و آماده‌سازی زمین شامل تسطیح لیزری و زیرشکن در جهت طولی انجام شد. زیرشکن دوم در جهت طولی بین ردیف‌های قبلی و نهایتاً دیسک زده شد. پس از تسطیح، کود مرغی پلیت‌شده به‌میزان یک تن پخش گردید. براساس توصیه بخش تحقیقات خاک و آب، مقادیر کودهای اصلی به‌میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات (از منبع سوپر فسفات تریپل) و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاس (از منبع سولفات پتاسیم) به‌ازای کل مساحت زمین، قبل از کاشت به‌طور یکنواخت در کرت‌ها توزیع گردید. پس از آن، میزان ۱/۴۴ کیلوگرم در

هکتار فسفات آمونیوم به‌صورت سرک طی دو مرحله اعمال شد. همچنین عملیات کولتیواسیون، مبارزه با علف هرز، مبارزه با آفات طوری انجام شد تا مزرعه عاری از علف هرز و آفت باشد.

پس از تصادفی کردن تیمارها برای هر سال به‌طور جداگانه، کرت‌ها براساس تقویم زمانی به‌صورت دستی و خشکه‌کاری کشت شدند و طی یک تا دو روز پس از کاشت، آبیاری توسط آبپاش بارانی انجام شد و تا زمان سبز شدن، رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی حفظ شد و آبیاری براساس نیاز گیاه و مرحله رشدی، هر ۱۰ تا ۱۵ روز تکرار شد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد کاووس (عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر)

Table 2- Physical and chemical properties of the soil of the test site in Gonbad kavous agricultural research (depth 0-30 cm)

بافت خاک Soil texture	پتاسیم K (ppm)	فسفر P (ppm)	نیتروژن کل N (%)	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	اسیدیته pH	کربن آلی Organic C (%)	آهک Lime (%)
سیلت- لومی Sylt-loam	895	11.4	9.52	1.2	7.7	1	18-19

پس از آماده‌سازی زمین به‌طرز مطلوب، کاشت انجام شد. فاصله بین بوته‌ها در ردیف ۲۰ سانتی‌متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و عمق کاشت حدود دو سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بین کرت‌ها، یک خط به‌صورت نکاشت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. هر کرت اصلی شامل ۱۱ ردیف کاشت به‌طول هشت متر بود. عرض هر کرت ۵/۵ متر، مساحت کرت ۴۴ مترمربع، فاصله بین تکرارها یک متر و فاصله بین کرت‌ها از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تمامی ارقام با تراکم بالا در تاریخ‌های ذکر شده کشت شدند و پس از حصول اطمینان از استقرار بوته‌ها (مرحله چهار تا شش برگ حقیقی) عملیات تنک به‌صورت دستی توسط کارگر ماهر با در نظر گرفتن تراکم مطلوب بوته در هر مترمربع یعنی ۱۰ بوته با فاصله ۲۰-۱۷ سانتی‌متری انجام شد. همچنین پس از سبز شدن علف‌های هرز، از علف‌کش Betanal Progress (۷/۵ میلی‌لیتر در هکتار) و برای مهار آفات از سم دسیس (۲ میلی‌لیتر در هکتار) استفاده شد.

ریشه‌های چغندرقند پس از گذشت ۲۴۰ روز از کاشت آن‌ها، برداشت شدند. در برداشت نهایی با حذف دو ردیف کناری و حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، از هفت ردیف وسط کرت یعنی در سطحی معادل ۴۲ مترمربع صورت گرفت. عملیات برداشت (شامل کندن و سرزنی چغندرقند) به‌صورت دستی و توسط نیروی کارگری انجام شد. اطلاعات تکمیلی هر کرت در کارت‌های مخصوص درج و درون کیسه‌های مربوط به آزمایشگاه تهیه خمیر قرار گرفت. با توجه به نحوه انتخاب تصادفی بوته‌ها از نیم مترمربع از هر کرت، وزن مجموع تک ریشه‌های انتخابی اندازه‌گیری و نتایج عملکرد ریشه برحسب وزن تک ریشه گزارش شد. از مجموع ریشه‌های برداشت شده در هر حالت به ساقه‌رفته و به ساقه‌نرفته جداگانه با استفاده از دستگاه خمیرگیری به‌طور تصادفی تکاره‌ای (Venema Co., Netherland) نمونه خمیر تهیه شد. برای تجزیه کیفی هر نمونه خمیر تهیه شده، ۲۶ گرم خمیر با ۱۷۷ میلی‌لیتر استات سرب مخلوط شد. پس از انتقال مخلوط به قیف صافی، شربت زلالی حاصل گردید. درصد قند (SC)[1] به‌روش پلاریمتری[2] (Russell, Alexander John, Rush George, & Hawkes George, 1971) با استفاده از دستگاه ساکاریمتر اندازه‌گیری شد. همچنین عملکرد قند ناخالص (SY)[3] و میزان سدیم (Na)[4] توسط دستگاه بتالایزر صفاتی اندازه‌گیری شد.

همچنین نیتروژن مضره (α-amino-N)[5] به‌روش فلیم فتومتری[6] (Dutton & Bowler, 1984) و پتاسیم (K)[7] به‌روش نشر شعله‌ای (فلیم فتومتری) (Waling, Vark, Houba, & Vanderlee, 1989) اندازه‌گیری شد. نتایج حاصله جهت محاسبه میزان قند ملاس (MS)[8] (Reinefeld, Emmerich, Baumgarten, Winner, & Beiss, 1974)، درصد قند سفید (قند قابل‌استحصال) (WSC)[9]، راندمان درصد قند قابل‌استحصال (ECS)[10] و ضریب قلیائیت (ALC)[11] به‌کار رفت.

ابتدا داده‌ها از نظر توزیع نرمال و همگنی واریانس مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمون یکنواختی واریانس با استفاده از آزمون بارتلت انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به‌روش LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

1- Sugar content
2- Polarimetry
3- Sugar yield
4- Sodium
5- α-amino-nitrogen
6- Flame photometry
7- Potassium
8- Molasses sugar
9- White sugar content
10- Extraction coefficient of sugar
11- Alcalinity

شرایط آب‌وهوایی

مقایسه داده‌های هواشناسی نشان داد که میانگین دماهای حداقل به‌ترتیب برای فصول زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ معادل ۱۲/۶ و ۱۳/۲ درجه سانتی‌گراد بود که در سال اول آزمایش ۰/۶ درجه سانتی‌گراد کمتر از سال دوم بود. میانگین دمای حداکثر نیز در فصول زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به‌ترتیب ۲۳/۹ و ۲۴/۱ درجه سانتی‌گراد بود که در سال اول آزمایش کم‌تر از سال دوم بود. همچنین مجموع بارندگی طی فصول زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به‌ترتیب ۷۱۵ و ۵۲۱ میلی‌متر بود. داده‌های آب‌وهوایی در دو سال اجرای آزمایش نشان داد که میانگین دمای حداقل روزانه در سال اول نسبت به سال دوم پایین‌تر بود و باعث طولانی‌تر شدن مرحله رشد رویشی گیاه در سال اول گردید، از طرف دیگر بیش‌تر بودن مجموع بارندگی و میزان تشعشع در این مرحله رشدی، شرایط را برای تولید و تجمع بیش‌تر مواد فتوسنتزی در اندام‌های ذخیره‌ای ریشه مهیا نمود (جدول ۳).

جدول ۳- جدول داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی گنبد کاووس در فاصله سال‌های ١٤٠٢-١٤٠٠

Table 3- Meteorological data table of Kavous dome meteorological station between 1400-1402

ماه Month	ساعات آفتابی Sunny hours (mm)			میزان بارندگی Rainfall (h)		
	Long time (1984- 2019)	2021	2022	Long time (1984- 2019)	2021	2022
مهر September	162.3	223	226.7	50.8	55.5	51.8
آبان October	195.8	161.9	162.5	43.0	37.3	136.2
آذر November	253.4	117.3	159.6	19.4	48.8	10.2
دی December	232.7	136.4	156.1	24.2	126.3	9.7
بهمن January	250.9	147.6	196.5	19.0	127.3	84.4
اسفند February	225.6	175.9	136	31.0	121.4	59.3
فروردین March	205.2	133.4	119.1	56.5	74.7	64
اردیبهشت April	167.1	239.9	190.3	61.1	51.2	47.1
خرداد May	136.4	296.7	308.6	53.4	0.6	2.4
تیر June	140.7	196.5	301.1	45.7	39.6	28.6
مرداد July	138.7	225.6	232.1	59.1	7.8	8.2
شهریور August	133.7	222.7	285.1	58.1	24.5	19.5
مجموع Sum	2242.5	2276.9	2273.7	521.4	715	521
میانگین Average	186.9	189.7	206.1	80.20	110	80.18

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در این آزمایش نشان داد که تیمار تاریخ‌های کاشت چغندرقند طی هر دو سال زراعی مطالعه شده در تمام صفات کیفی اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند (جدول ۴)؛ ولی تیمار ارقام چغندرقند در تمام صفات به غیر از میزان نیتروژن مضره، اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند (جدول ۵). اثر متقابل ارقام و تاریخ کاشت در سال اول فقط در صفت میزان نیتروژن مضره و در سال دوم در صفت درجه قلیائیت معنی‌دار نشد و در مابقی صفات معنی‌دار گردید (جداول ۶ و ۷).

عملکرد ریشه: عملکرد ریشه، خصوصیت مهمی است که در عملکرد شکر تولیدشده در واحد سطح (هکتار) تأثیر به‌سزایی دارد. اثر اصلی تاریخ کاشت و ارقام مورد استفاده در این آزمایش بر صفت

عملکرد ریشه چغندرقند معنی‌دار شدند (P <0.01) (جدول ۶). کاشت به‌هنگام موجب افزایش معنی‌دار عملکرد ریشه شد. طی هر دو سال زراعی مورد مطالعه، بیشترین عملکرد ریشه در تاریخ کاشت اول و دوم (۱۰ و ۲۵ مهر) مشاهده شد و کمترین آن در تاریخ‌های کاشت سوم، چهارم و پنجم (۱۰ آبان، ۲۵ آبان و ۵ آذر) مشاهده شد (جدول ۸). بیشترین عملکرد ریشه در ارقام موناتونو و رزاگلد مشاهده شد و کمترین آن در نیز در رقم ۰۶۱ مشاهده شد (جدول ۹).

ادامه جدول ۳- جدول آب‌وهوای منطقه مورد آزمایش

Table 3 continues- Weather table of the region

ماه Month	میانگین حداکثر دما Average of maximum temperature (°C)			میانگین حداقل دما Average of minimum temperature (°C)		
	Long time (1984- 2019)	2021	2022	Long time (1984- 2019)	2021	2022
مهر September	19.7	27.9	28.7	8.9	15.8	15.4
آبان October	25.1	21.4	20.6	13.8	10	10.9
آذر November	31.1	16.3	15.9	18.9	5.4	7.2
دی December	32.6	14.5	15.5	22.8	4.2	3.6
بهمن January	33.5	14.5	15.9	23.7	3.1	4.2
اسفند February	31.5	17.4	16.8	21.3	6.1	5.6
فروردین March	27.0	19.4	17.6	15.6	8.5	10
اردیبهشت April	20.9	26.8	25.6	10.4	13.5	13.8
خرداد May	15.2	32	33.7	5.5	19.4	20.5
تیر June	13.0	33.2	34.2	3.4	22.6	24
شهریور August	15.0	30.9	32.4	5.3	19.8	20.5
مجموع Sum						
میانگین Average	23.1	23.9	24.1	12.7	12.6	13.2

اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نیز طی هر دو سال بر عملکرد ریشه معنی‌دار شد (P <0.01) (شکل ۱). بهترین عملکرد ریشه در سال اول در تاریخ کاشت اول در رقم رزاگلد با مقدار ۱۳۰ تن در هکتار مشاهده شد. کمترین آن نیز در رقم 061 در تاریخ کاشت چهارم و پنجم به‌مقدار برابر ۳۶/۲۵ مشاهده شد (شکل ۱). در تمامی ارقام، عملکرد ریشه در تاریخ‌های کاشت اول نسبت به دو تاریخ کاشت آخر بیشتر بود. به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت ۱۰ مهرماه به‌دلیل این‌که گرمای کافی وجود دارد، گیاه سریعاً جوانه زده و بلافاصله شروع به رشد می‌کند و تا شروع فصل سرما، رشد گیاه قابل‌توجه می‌باشد، درحالی‌که با تأخیر در کاشت، فاصله زمانی برای رشد گیاه تا شروع فصل سرما کم شده و گیاه رشد کمتری داشته و با کاهش عملکرد مواجه می‌گردد (A-Sayed, Abd El-Razek, Sarhan, & Fateh, 2012). افزایش عملکرد ریشه در تاریخ کاشت اول به‌دلیل کاهش یافتن درصد ماده خشک برگ و انتقال مواد به سمت ریشه است.

عملکرد قند ناخالص: عملکرد قند ناخالص، حاصل‌ضرب عملکرد ریشه در عیار (درصد قند ناخالص) است. اثر اصلی تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد قند ناخالص معنی‌دار شد (P <0.01) (جدول ۶). بیشترین عملکرد قند ناخالص در طی دو سال زراعی در تاریخ کاشت اول و دوم (۱۰ و ۲۵ مهر) و کمترین آن در سال اول در تاریخ کاشت چهارم و پنجم (۲۵ آبان و ۵ آذر) و در سال دوم در سه تاریخ کاشت آخر (۱۰ آبان، ۲۵ آبان و ۵ آذر) مشاهده شد (جدول ۸). با بالا بودن طول دوره رشد و افزایش عملکرد ریشه، میزان عملکرد قند ناخالص نیز افزایش می‌یابد. کوتاه بودن طول دوره

رشد باعث کاهش عیار قند و کاهش عملکرد قند ناخالص می‌شود (Leilah, Badawi, Said, Ghonema, & Abdou, 2005). در سال اول، رقم رزاگلد در تاریخ کاشت اول دارای بیشترین عملکرد قند ناخالص با مقدار ۱۲۹/۷۵ تن در هکتار و رقم 061 در تاریخ کاشت پنجم دارای کمترین عملکرد قند ناخالص با مقدار ۳۷/۵۰ تن در هکتار بودند (شکل ۲). اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نیز بر عملکرد قند ناخالص معنی‌دار شد (P <0.01) (جدول ۶). در سال دوم، رزاگلد در تاریخ کاشت اول، بیشترین عملکرد قند ناخالص با مقدار ۱۷/۴ کیلوگرم در هکتار را داشت، درحالی‌که رقم ۰۶۱ در تاریخ کاشت پنجم، کمترین میزان عملکرد قند ناخالص با مقدار ۲/۶ کیلوگرم در هکتار را داشت (جدول ۹). پس استقرار زودهنگام محصول در سطح مزرعه با افزایش سطح برگ و ایجاد امکان دریافت حداکثر تشعشع سبب افزایش عملکرد ریشه و عملکرد قند می‌شود (Tahisin & Hali, 2004).

جدول ٤- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات عملکرد و کیفیت ارقام چغندرقند در پنج تیمار تاریخ کاشت در سال زراعی ۱٤۰۰-۱٤۰۲

Table 4- Variance analysis table (ANOVA) of yield and quality traits of sugar beet cultivars in five sowing date treatments during 2020-2022

	منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Mean of squares میانگین مربعات					
			RY	SY	SC	WSY	WSC	ESC
2021	تکرار Replication	3	ns	ns	**	ns	**	**
	تاریخ کاشت Sowing date (S)	4	**	**	**	**	**	**
	خطا Error	12	195.45	3.66	4.36	2.94	9.06	81.1
	رقم Cultivar (C)	2	**	**	**	**	**	**
	اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم C×S	8	**	**	**	**	**	**
	خطا Error	162	149.50	4.19	0.81	2.78	1.16	8.72
	ضریب تغییرات Cv (%)	-	16.60	13.71	5.25	16.38	7.85	3.71
2022	تکرار Replication	3	**	**	**	**	**	**
	تاریخ کاشت Sowing date	4	**	**	**	**	**	**
	خطا Error	12	320.31	6.96	2.17	4.75	6.01	134.92
	رقم Cultivar	2	**	**	**	**	**	**
	اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم C×S	8	**	**	**	**	**	**
	خطا Error	162	237.01	4.31	1.57	2.22	2.68	33.01
	ضریب تغییرات Cv (%)	-	20.0	18.7	5.2	18.7	7.5	3.5

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

RY: عملکرد ریشه، SY: عملکرد قند ناخالص، SC: درصد قند، WSY: عملکرد قند سفید، WSC: شکر قابل‌استحصال، ESC: ضریب استحصال شکر

RY: root yield, SY: sugar yield, SC: sugar content, WSY: white sugar yield, WSC: white sugar content, ESC: extraction coefficient of sugar.

درصد قند: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام تجاری با تیمارهای تاریخ کاشت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. همچنین ارتباط متقابل رقم و تاریخ کاشت بر درصد قند ریشه معنی‌دار شد (جدول ۶). از نظر صفت درصد قند، تاریخ کاشت دوم در هر دو سال زراعی مطالعه‌شده مطلوب‌ترین تاریخ کاشت بود. در سال دوم، تاریخ کاشت سوم نیز تفاوت معنی‌داری با

تاریخ کاشت دوم نداشت، اما در هر دو سال، در تاریخ کاشت پنجم کمترین میزان درصد قند مشاهده شد (جدول ۸). بیشترین درصد قند طی هر دو سال زراعی مربوط به رقم رزاگلد بود، درحالی‌که در سال اول، کمترین درصد قند را رقم ۰۶۱ و در سال دوم، رقم موناتونو داشت (جدول ۹). در سال اول رقم رزاگلد در تاریخ کاشت دوم بیشترین درصد قند را به خود اختصاص داد، درحالی‌که رقم موناتونو در تاریخ کاشت پنجم کمترین درصد قند را داشت (شکل ۳).

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات عملکرد و کیفیت ارقام چغندرقند در پنج تیمار تاریخ کاشت در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۰

Table 5- Variance analysis table (ANOVA) of yield and quality traits of sugar beet cultivars in five sowing date treatments during 2020-2022

	منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	Mean of squares میانگین مربعات Na	K	N	ALC	MS
2021	تکرار Replication	3	**	**	**	*	**
	تاریخ کاشت Sowing date (S)	4	**	**	**	**	**
	خطا Error	12	4.21	1.61	3.56	0.89	1.07
	رقم Cultivar (C)	2	**	**	ns	**	**
	اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم C × S	8	**	**	ns	**	ns
	خطا Error	162	24.29	0.39	0.22	0.16	0.14
	ضریب تغییرات Cv (%)	-	0.39	11.02	14.44	15.43	13.55
2022	تکرار Replication	3	**	**	**	**	**
	تاریخ کاشت Sowing date	4	**	**	**	**	**
	خطا Error	12	6.35	2.00	4.04	3.80	2.18
	رقم Cultivar	2	**	**	**	**	**
	اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم C × S	8	**	**	**	ns	**
	خطا Error	162	1.28	0.41	0.61	0.59	0.38
	ضریب تغییرات Cv (%)	-	15.5	8.2	15.8	15.8	9.4

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

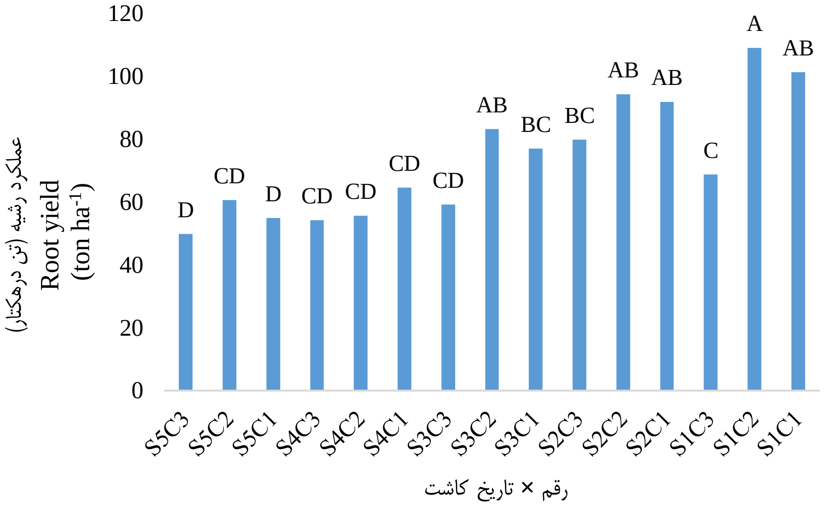
ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

Na: سدیم، K: پتاسیم، α-N: نیتروژن مضره، ALC: ضریب قلیائیت، MS: قند ملاس

Na: sodium, K: potassium, α-N: α-amino-nitrogen, Alc: alcalinity, MS: molasses sugar

عملکرد قند سفید (خالص): نتایج تجزیه واریانس، اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد قند سفید چغندر اختلاف معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان داد. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نیز بر عملکرد قند سفید معنی‌دار شد ($P < 0.01$) (جدول ۶). در سال اول، رقم رزاگلد در تاریخ کاشت دوم بالاترین عملکرد قند سفید را داشت، درحالی‌که رقم ۰۶۱ در تاریخ کاشت پنجم، کمترین میزان عملکرد قند سفید را به خود اختصاص داد (شکل ۴). در سال اول، تاریخ کاشت دوم دارای عملکرد قند سفید بالاتری بود و تاریخ کاشت پنجم کمترین عملکرد قند سفید را داشت، درحالی‌که در سال دوم بین تاریخ‌های کاشت دوم، سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری نبود و هر سه تاریخ بیشترین عملکرد قند سفید را داشتند و تاریخ کاشت اول کمترین میزان آن را به خود اختصاص داد (جدول ۸). طی هر دو سال زراعی، رقم رزاگلد بیشترین عملکرد قند سفید با مقدار ۲۴/۲۶ و ۱۳/۸

تن در هکتار داشت، درحالی‌که کمترین عملکرد قند سفید را در سال اول ۰۶۱ و موناتونو به‌ترتیب با مقادیر ۵/۷۴ و ۵/۵۰ تـن در هکتـار و در سال دوم موناتونو با مقدار ۱/۹ تن در هکتـار داشـت. بنـابراین، در بین ارقام، رزاگلد از موناتونو و 061 موفق‌تر بود و بـین هـر سـه رقـم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جـدول ۹). کوتـاه بـودن طـول دوره رشد باعث کاهش عملکرد ریشه، عیار قنـد و عملکـرد قنـد خـالص و ناخـالص می‌گـردد (Tahisin & Hali, 2004)، بنـابراین در تـاریخ کاشت اول و دوم به‌دلیل طولانی‌تر بودن دوره رشد و داشـتن درصـد قند بالا، عملکرد قند سفید افزایش می‌یابد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد ریشه چغندرقند (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: روزاگلد و C3: SBSI 061

Figure 1- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on root yield (LSD=0.8)

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)

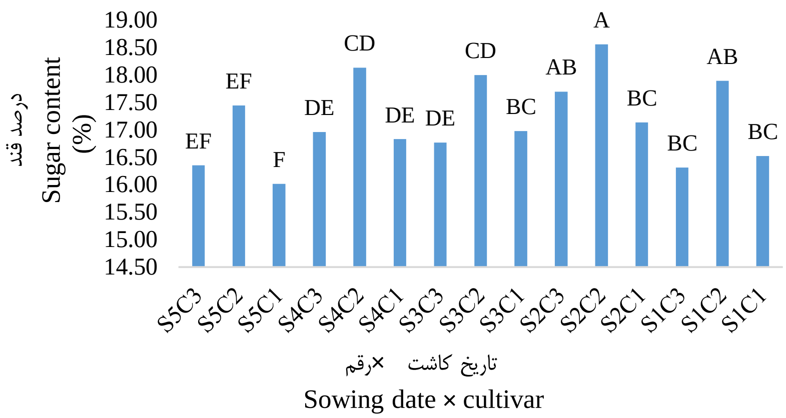


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت چغندرقند در رقم بر عملکرد قند ناخالص (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: روزاگلد و C3: SBSI 061

Figure 2- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on sugar yield (LSD=0.8)

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)

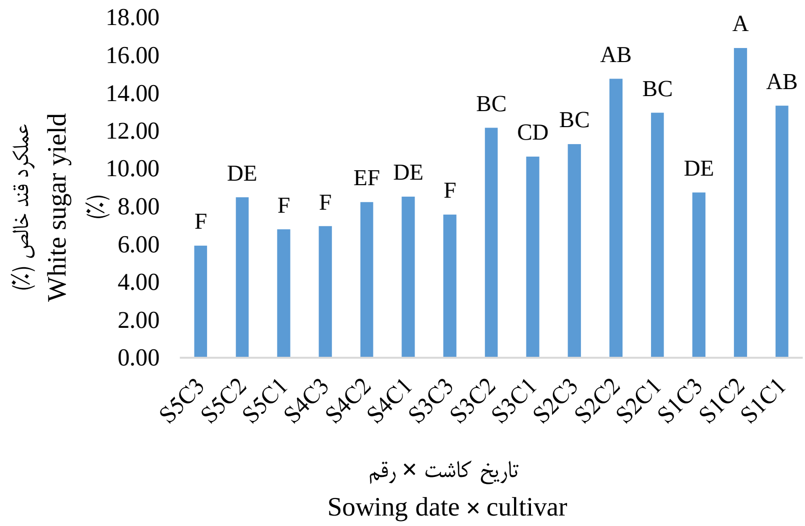


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت چغندرقند در رقم بر درصد قند (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: روزاگلد و C3: SBSI 061

Figure 3- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on sugar content (LSD=0.8)

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت چغندرقند در رقم بر عملکرد قند خالص (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: روزاگلد و C3: SBSI 061

Figure 4- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on white sugar yield (LSD=0.8)

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)

ضریب استحصال شکر: ضریب استحصال (خلوص عصاره) عبارت است از نسبت قند به کل مواد جامد محلول به‌صورت درصد. بالا بودن این ضریب بیانگر کیفیت بالا در میزان استخراج قند از شیره خواهد بود. طی هر دو سال مورد مطالعه، تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و رقم بر ضریب استحصال شکر در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. همچنین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نیز بر ضریب استحصال معنی‌دار شد ($P < 0.01$) (جدول ۶). در سال اول پژوهش، بیشترین ضریب استحصال شکر در تاریخ کشت دوم و کمترین آن در تاریخ کاشت پنجم مشاهده شد. بین سه تاریخ کاشت دیگر، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۸).

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات مطالعه‌شده در سال زراعی ١٤٠٢-١٤٠٠

Table 6- Mean comparison the effect of sowing date on the studied traits during 2021-2022

	S.O.V	RY	SY	WSY	SC	WSC	ESC
2021	۱۰ مهر 4 October	93.02a*	15.8a	12.82a	16.90ab	13.64ab	80.07ab
	۲۵ مهر 18 October	88.6a	15.7a	13.00a	17.79a	14.71a	82.40a
	۱۰ آبان 3 November	73.1b	12.6b	10.12b	17.24ab	13.72ab	79.19ab
	۲۵ آبان 19 November	58.1c	10.0c	7.90c	17.30ab	13.74ab	78.82ab
	۵ آذر 1December	55.1c	9.11c	7.07c	16.60b	12.85b	76.59b
	LSD	7.17	0.98	0.88	1.07	1.54	4.62
	S.O.V	**RY**	**SY**	**WSY**	**SC**	**WSC**	**ESC**
2022	۱۰ مهر 4 October	70.60a	10.02a	7.26a	14.22ab	10.25b	71.50b
	۲۵ مهر 18 October	60.29b	8.94a	6.82a	14.83a	11.36a	76.34a
	۱۰ آبان 3 November	46.92c	7.00b	5.34b	15.07a	11.59a	76.33a
	۲۵ آبان 19 November	42.73c	6.46b	5.04b	15.17ab	11.81a	77.62ab
	۵ آذر 1December	42.87c	6.42b	4.95b	15.29b	11.90ab	77.30ab

* میانگین‌هایی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different.

RY: عملکرد ریشه، SY: عملکرد قند ناخالص، SC: درصد قند، WSY: عملکرد قند سفید، WSC: شکر قابل‌استحصال، ESC: ضریب استحصال شکر

RY: root yield, SY: sugar yield, SC: sugar content, WSY: white sugar yield, WSC: white sugar content, ESC: extraction coefficient of sugar

جدول ٧- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات مطالعه‌شده در سال زراعی ١٤٠٢-١٤٠٠

Table 7- Mean comparison of effect of cultivars on the studied traits during 2021-2022

2021	S.O.V	RY	SY	WSY	SC	WSC	ESC
	موناتونو Monatunno	77.93a*	13.02b	10.45b	16.69b	13.35b	79.58b
	رزاگلد Rosagold	80.54a	14.50a	12.01a	18.00a	14.86a	82.29a
	٠٦١ SBSI 061	62.38b	10.47c	8.09c	16.81b	12.99b	76.37c
	LSD	5.16	0.87	0.74	0.38	0.54	1.83
2022	موناتونو Monatunno	54.17a	7.59b	5.61b	14.15c	10.54c	74.10b
	رزاگلد Rosagold	56.96a	8.76a	6.95a	15.06a	12.42a	79.56a
	٠٦١ SBSI 061	46.91b	6.96b	5.09b	16.81b	11.19b	73.80b
	LSD	5.74	0.77	0.55	0.46	0.61	2.14

* میانگین با حرف یکسان تفاوت معنی‌داری ندارد

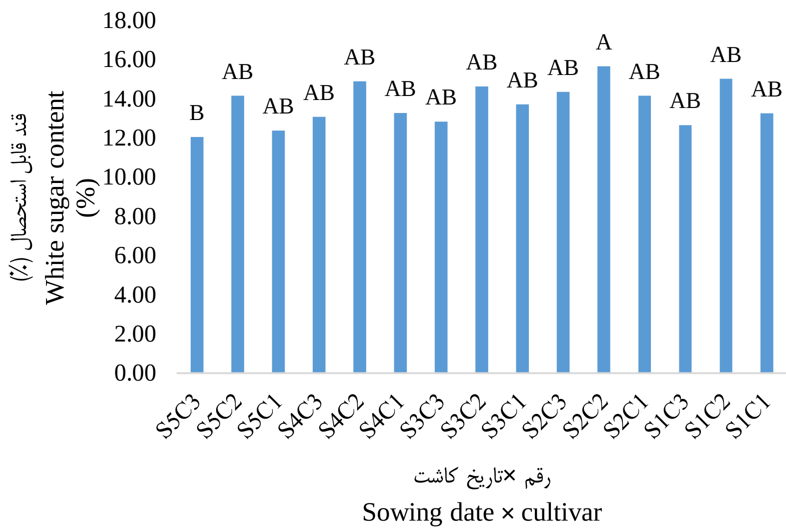
* Means with the same letter are not significantly different

RY: عملکرد ریشه، SY: عملکرد قند ناخالص، SC: درصد قند، WSY: عملکرد قند سفید، WSC: شکر قابل‌استحصال، ESC: ضریب استحصال شکر

RY: root yield, SY: sugar yield, SC: sugar content, WSY: white sugar yield, WSC: white sugar content, ESC: extraction coefficient of sugar

طی هر دو سال زراعی، بهترین رقم از نظر ضریب استحصال شکر رزاگلد بود، درحالی‌که در سال اول بین دو رقم دیگر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، امّا در سال دوم، رقم موناتونو پایین‌ترین ضریب استحصال را داشت (جدول ۹). بالا بودن میزان پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره در ریشه، سبب افزایش میزان قند موجود در ملاس شده و در نتیجه، باعث کاهش ضریب استحصال می‌شود (Javaheri,

(Zainodini, & Najafinejad, 2006). در شرایطی که گیاه چغندرقند مقادیر زیادی عناصر ناخالصی جذب نماید، قابلیت استحصال شکر یا راندمان استحصال آن کاهش می‌یابد که به‌دلیل عدم کریستالیزاسیون ساکارز طی فرآیند استخراج می‌باشد (Toth, Tancik, & Cagan, 2006). در سال اول، رقم رزاگلد در تاریخ کاشت دوم بالاترین ضریب استحصال را داشت، درحالی‌که رقم موناتونو در تاریخ کاشت پنجم کمترین میزان ضریب استحصال را به خود اختصاص داد (شکل ۵).



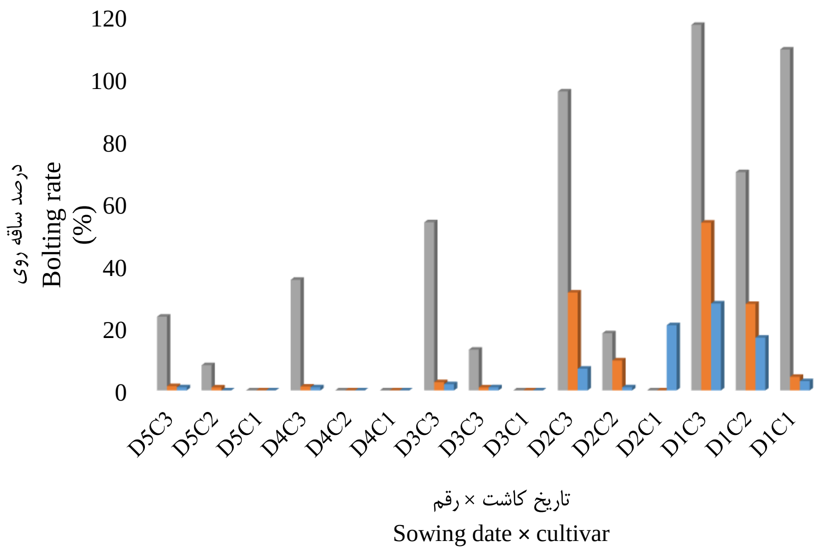
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت چغندرقند در رقم بر ضریب استحصال شکر (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: رزاگلد و C3: SBSI 061

Figure 5- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on Extraction Coefficient of Sugar (LSD=0.8)

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)

میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره: طی دو سال زراعی، اثر متقابل ارقام در تاریخ کاشت در صفات یادشده معنی‌دار گردید ($P < 0.01$) (جدول ۶). در سال اول، تیمار ارقام چغندرقند و تاریخ کاشت اختلاف معنی‌داری از لحاظ سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره از خود نشان دادند. در سال دوم، تیمار تاریخ کاشت در میزان سدیم معنی‌دار بود و در میزان پتاسیم و نیتروژن مضره تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). ساقه‌روی ارقام چغندرقند منجر به افزایش میزان ناخالصی در ریشه می‌گردد. در رقم 061، افزایش ساقه‌روی باعث افزایش ناخالصی و در نتیجه، کاهش کیفیت چغندرقند شده است (شکل ۶). طول ساقه به بولت رفته نیز در این رقم بالاترین مقدار بود (شکل ۶). طی دو سال مطالعه‌شده، تیمار رقم تنها در صفت میزان سدیم در سال اول معنی‌دار نبود و در مابقی صفات تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۴). در سال اول، بیشترین میزان سدیم در رقم 061 با مقدار ۸/۵۱ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر چغندرقند و کمترین میزان سدیم در رقم رزاگلد با مقدار ۰/۶۷ میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر چغندرقند مشاهده شد. طی هر دو سال، در بین سه رقم مطالعه شده، در رقم 061 بالاترین میزان ناخالصی‌ها مشاهده شد (جدول ۵). با توجه به این‌که کاهش دما در ابتدای دوره رشد به‌ویژه در ماه‌های آذر و دی و وقوع بارندگی‌های منطقه سبب توقف یا کند شدن رشد گردید، بنابراین گیاه قادر به تکمیل پوشش برگ خود نبوده و نیتروژن مضره در ریشه تجمع یافته است. با گرم شدن هوا، رشد رویشی گیاه مجدداً شروع می‌شود و نیتروژن مورد نیاز را مجدداً از خاک جذب می‌نماید که منجر به تجمع نیتروژن مضره در گیاه می‌شود (Kandil, 2004). طبق پژوهش انجام‌شده، هرچه ناخالصی‌های ریشه کمتر و درصد قند خالص بالاتر باشد، عملکرد قند قابل‌استحصال افزایش خواهد یافت. درصد ساقه‌روی در تاریخ کاشت اول، بیشترین مقدار بود (شکل ۶)، بنابراین با انتخاب رقم مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه می‌توان میزان ساقه‌روی را کاهش داد (Taleghani *et al.*, 2012). در برخی مطالعات نیز تفاوت معنی‌دار بین ارقام و تاریخ‌های کاشت تأیید شده است، به‌طوری‌که در تاریخ کاشت‌های زودتر در پاییز، درصد ساقه‌روی بیشتر بود (Adibifard *et al.*, 2019). میزان پتاسیم در رقم 061، حداکثر مقدار بود و بین دو رقم موناتونو و رزاگلد، میزان پتاسیم حداقل بود و تفاوت معنی‌داری بین این دو رقم مشاهده نشد (جدول۵).



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت چغندرقند در رقم بر میزان ساقه‌روی (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: روزاگلد و C3: SBSI 061

Figure 6- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on Bolting (LSD=0.8)

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات مطالعه شده در سال زراعی ۱٤۰۰-۱٤۰۲

Table 8- Mean comparison the effect of sowing date on the studied traits during 2021-2022

	S.O.V	Na	K	N	ALC	MS
2021	۱۰ مهر 4 October	2.61ab	5.35c	2.57c	3.15a	2.66a
	۲۵ مهر 18 October	1.81b	5.57ab	2.71bc	2.75ab	2.47b
	۱۰ آبان 3 November	2.53ab	5.92ab	3.55ab	2.43b	2.92ab
	۲۵ آبان 19 November	2.72ab	5.82ab	3.66ab	2.39b	2.96ab
	۵ آذر 1December	3.19a	5.77a	3.98a	2.42b	3.14c
	LSD	1.05	0.65	0.96	0.48	0.53
	S.O.V	**Na**	**K**	**N**	**ALC**	**MS**
2022	۱۰ مهر 4 October	4.16a	5.89a	2.37a	4.48a	3.36a
	۲۵ مهر 18 October	2.93ab	5.76a	2.07a	4.47a	2.87a
	۱۰ آبان 3 November	2.96ab	5.64a	2.52a	3.85a	2.88a
	۲۵ آبان 19 November	2.72b	5.57a	2.33a	3.91a	2.75a
	۵ آذر 1December	2.85b	5.47a	2.58a	3.50a	2.79a

میانگین‌ها براساس روش LSD در سطح پنج درصد با حرف یکسان تفاوت معنی‌داری ندارد

Means with the same letter are not significantly different

Na: سدیم، K: پتاسیم، α-N: نیتروژن مضره، ALC: ضریب قلیائیت، MS: قند ملاس

Na: sodium, K: potassium, α-N: α-amino-nitrogen, Alc: alcalinity, MS: molasses sugar

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر رقم بر صفات مطالعه شده در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۰

Table 9- Mean comparison of effect of cultivars on the studied traits during 2021-2022

	S.O.V	Na	K	N	ALC	MS
2021	مونوتونو Monatunno	2.44b*	5.55b	3.25a	2.56b	2.74b
	رزاگلد Rosagold	1.97c	5.44b	3.24a	2.38b	2.54b
	۰۶۱ SBSI 061	3.30a	6.06a	3.40a	2.94a	3.22a
	LSD	0.42	0.23	0.25	0.22	0.20
2022	مونوتونو Monatunno	3.21a	5.77b	2.41ab	4.07ab	3.00b
	رزاگلد Rosagold	2.58b	5.10c	2.16b	3.85b	2.52c
	۰۶۱ SBSI 061	3.58a	6.14a	2.55a	4.21a	3.26a
	LSD	0.42	0.23	0.29	0.28	0.23

* میانگین‌ها براساس روش LSD در سطح پنج درصد با حرف یکسان تفاوت معنی‌داری ندارد

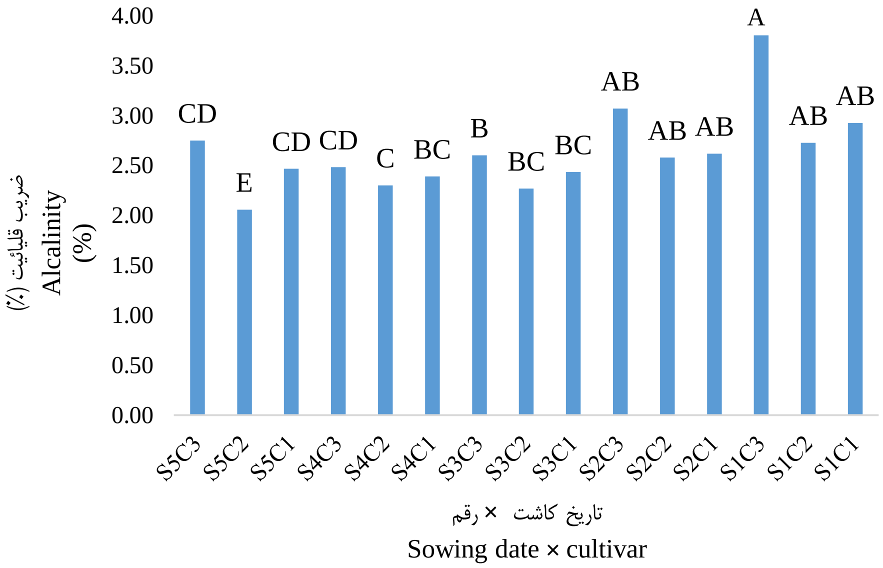
* Means with the same letter are not significantly different

Na: سدیم، K: پتاسیم، α-N: نیتروژن مضره، ALC: ضریب قلیائیت، MS: قند ملاس

Na: sodium, K: potassium, α-N: α-amino-nitrogen, Alc: alcalinity, MS: molasses sugar

آلکالیته (ضریب قلیائیت): نتایج تجزیه واریانس سال اول اثر تاریخ کاشت و رقم بر ضریب قلیائیت اختلاف معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان داد. هم‌چنین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نیز بر ضریب قلیائیت معنی‌دار شد ($P < 0.01$) (جدول ۶) و در سال دوم، اثر تاریخ کاشت بر میزان ضریب قلیائیت معنی‌دار نشد (جدول ۵). در سال اول، بیشترین ضریب قلیائیت در تاریخ کاشت اول با مقدار ۷/۵۹ درصد به‌دست آمد و تاریخ کاشت پنجم، کمترین ضریب قلیائیت با مقدار ۱/۳۷ درصد را داشت (جدول ۵). اثر رقم بر میزان ضریب قلیائیت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). طی هر دو سال زراعی، بیشترین ضریب قلیائیت در رقم 061 مشاهده شد. در بین ارقام موناتونو و رزاگلد از نظر ضریب قلیائیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). بالاترین درصد ضریب قلیائیت در تاریخ کاشت اول در رقم ۰۶۱ و کمترین درصد ضریب قلیائیت در تاریخ کاشت پنجم در رقم رزاگلد مشاهده شد (شکل ۷). نتایج این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعه جواهری و همکاران (Javaheri *et al.*, 2006) مطابقت داشت، درحالی‌که در ارقام بین ارقام و تاریخ‌های کاشت مورد مطالعه اشرف و همکاران (Ashraf, Sharifi, & Hamdi, 2013) از نظر ضریب قلیائیت با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند.

قند ملاس: در صنعت قند ملاس، آخرین پس‌آبی است که در پایان عملیات چند مرحله‌ای کریستاله شدن شکر تشکیل می‌شود که نمی‌توان به‌روش تبخیر و تغلیظ، ساکارز بیشتری به‌صورت کریستال از آن جدا کرد (Atabak, al-Islami, Molavi, & Honarvar, 2016). نتایج تجزیه واریانس سال اول اثر تاریخ کاشت و رقم بر میزان قند ملاس اختلاف معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان داد، اما اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان قند ملاس معنی‌دار نشد (جدول ۶). طی سال اول، بیشترین مقدار قند ملاس در تاریخ کشت اول با مقدار پنج درصد به‌دست آمد و کمترین مقدار قند ملاس در تاریخ کاشت پنجم با مقدار ۱/۰۷ درصد حاصل شد. بین سه تاریخ کاشت دیگر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۹). طی هر دو سال زراعی، بالاترین میزان قند ملاس در رقم 061 مشاهده شد. هم‌چنین در سال اول بین ارقام رزاگلد و موناتونو از نظر مقدار قند ملاس تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و پایین‌ترین میزان قند ملاس در این دو رقم دیده شد، بنابراین از این نظر نسبت به رقم 061 برتری داشتند (شکل ۱۰). در سال دوم، رقم موناتونو پایین‌ترین میزان قند ملاس را داشت (جدول ۴- شکل ۸). به نظر می‌رسد که با افزایش محتوای ناخالصی‌ها میزان قند ملاس نیز افزایش یافته است. تفاوت موجود بین این ارقام در خصوص این صفات ممکن است به تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی هر رقم و پاسخ آن به شرایط محیطی نسبت داده شود. این نتایج با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (El-Sheikh, & Khaled, 2009; Gobarah & Mekki, 2005; Enan, Shalaby, Osman, & Allabbody, 2011). در سال دوم، اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان قند ملاس معنی‌دار شد (جدول ۶). در سال دوم، بالاترین میزان قند ملاس در تاریخ کاشت اول در رقم ۰۶۱ با مقدار ۵/۳ درصد و کمترین میزان قند ملاس در تاریخ کاشت چهارم و پنجم و رقم رزاگلد با مقادیر ۱/۵ درصد مشاهده شد (شکل ۱۰).

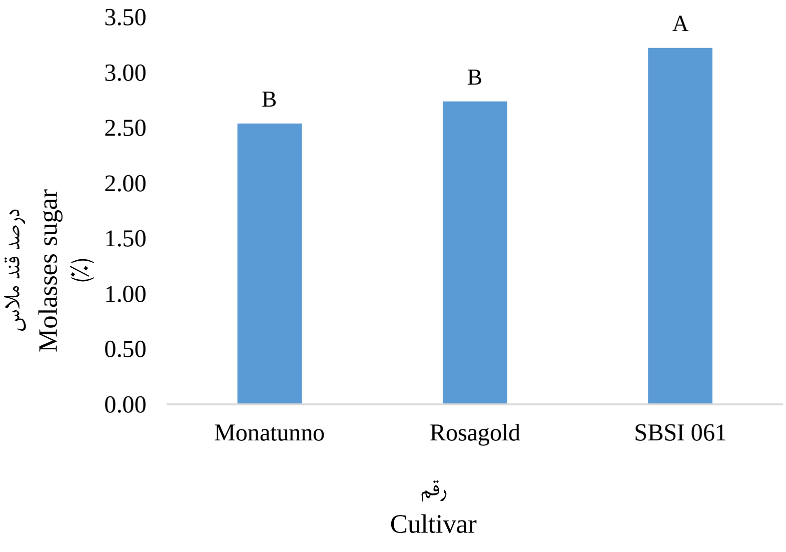


شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت چغندرقند در رقم بر ضریب قلیائیت (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: روزاگلد و C3: SBSI 061

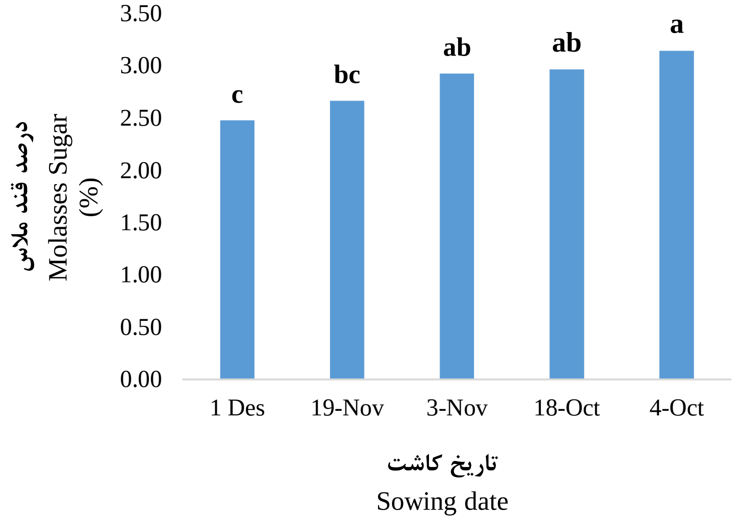
Figure 7- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on alcalinity (LSD=0.8)

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)



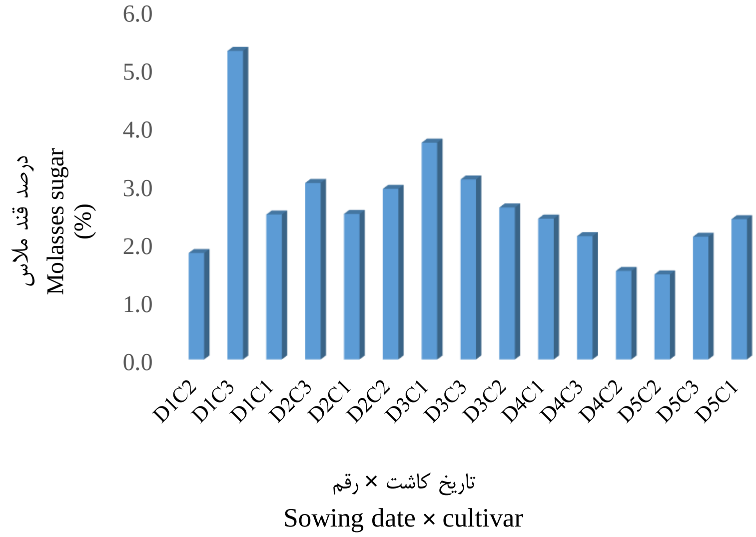
شکل ۸- اثر ارقام چغندرقند بر قند ملاس (LSD=0.8)

Figure 8- Effect of cultivars of sugar beet on molasses sugar (LSD=0.8)



شکل ۹- اثر تاریخ کاشت چغندرقند بر قند ملاس (LSD=0.8)

Figure 9- Effect of planting date of sugar beet on molasses sugar (LSD=0.8)



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت چغندرقند در رقم بر قند ملاس در ۱۴۰۲-۱۴۰۱ (LSD=0.8)

S1: ۱۰ مهر، S2: ۲۵ مهر، S3: ۱۰ آبان، S4: ۲۵ آبان، S5: ۵ آذر، C1: موناتونو، C2: روزاگلد و C3: SBSI 061

Figure 10- Comparison of the average interaction effect of planting date of sugar beet in cultivar on molasses sugar (LSD=0.8) in 2021-2022

C1: Monatunno, C2: Rosagold, C3: SBSI 061, S1: 4 October, S2: 18 October, S3: 3 November, S4: 19 November, S5: 1 December)

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در هر دو سال زراعی مطالعه‌شده، بیشترین عملکرد ریشه، عملکرد شکر، درصد قند، میزان قند قابل‌استحصال، ضریب استحصال شکر و عملکرد قند خالص در رقم رزاگلد مشاهده شد. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که عملکرد ریشه، قند و عملکرد قند خالص تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و تاریخ کاشت اول و دوم بالاترین عملکرد ریشه، قند و عملکرد قند خالص را داشتند، زیرا کشت به‌هنگام با اثر بر طول دوره رشد رویشی و زایشی سبب جذب حداکثر تشعشع خورشیدی خواهد بود که منجر به افزایش عملکرد ریشه و قند خواهد شد. بنابراین، در کشت پاییزه، کشت زودهنگام موجب افزایش عملکرد ریشه و تأخیر در کاشت، سبب کاهش عملکرد و افزایش ناخالصی‌های ریشه می‌شود.

سپاسگزاری

از جناب آقای دکتر طالقانی ریاست محترم مؤسسه اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، جناب آقای دکتر حسین‌پور و جناب آقای دکتر فرجـی ریاست مرکز تحقیقات و آمـوزش کشـاورزی و منـابع طبیعـی اسـتان گلستان به‌خاطر انجام تجزیه صفات کیفی و همچنین به‌پاس همراهی و تأمین امکانات اجرای آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Abdullahi, S. A., Hatami, A., Yusufabadi, V. A., & Ashraf, A. (2018). The effect of cultivation, planting and harvesting date on the yield and water consumption efficiency of autumn sugar beet. *Sugar Beet*, *35*(2), 191-175.
2. Adibi Fard, N., Habibi, D., Bazarafshan, M., Taleghani, A., & Nabi, M. (2017). Studying the climatic conditions of Fars province for the development of autumn sugar beet cultivation using geographic information system (GIS). *Sugar Beet*, *35*(1), 13-31.
3. Ashraf, M., Sharifi, M., & Hamdi, M. (2013). Investigating the possibility of autumn sugar beet cultivation in Fasa region. *Sugar Beet*, *29*(1), 71-84.
4. Al-Sayed, H. M., Abd El-Razek, U. A., Sarhan, H. M., & Fateh, S. (2012). Effect of harvest dates on yield and quality of sugar beet varieties. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, *6*(9), 525-529.
5. Atabek, S., Al-Islami, M. H., Molavi, H., & Hanror, M. (2015). Investigating factors affecting the viscosity and rheological behavior of sugar beet molasses. *International Conference on Recent Trends in Engineering and materials Science*, 6 pp.
6. Bayomi, K. E. M., El-Hashash, E. F., & Moustafa, E. S. A. (2019). Comparison of genetic parameters in non-segregating and segregating populations of sugar beet in Egypt. *Asian Journal of Crop Science*, *3*, 1-12. https://doi.org/10.9734/AJRCS/2019/v3i430055
7. Dutton, J., & Bowler, G. (1984). Money is still being wasted on nitrogen fertilizer. *British Sugar Beet Review*, *52*, 75-77.
8. Enan, S. A. A. M., El-Sheikh, S. R. E., & Khaled, K. A. M. (2009). Evaluation of some sugar beet varieties under different levels of N and Mo fertilization. *Journal of Biological Chemistry*, *4*(1), 345-362. https://doi.org/10.21608/jacb.2009.90288
9. Garcia, J. C., Bellido, L. L. (1986). Growth and yield of autumn-sown sugar beet: Effects of sowing time, plant density and cultivar. *Field Crops Research, 14*, 1-14.
10. Gobarah, M. E., & Mekki, B. B. (2005). Influence of boron application on yield and juice quality of some sugar beet cultivars grown under saline soil conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, *1*(5), 373-379.
11. Grimmer, M. K. S., Trybush, S., Hanley, S. A., Francis, A., Karp, M. & Asher, J. C. (2007). An anchored linkage map for sugar beet based on AFLP, SNP and RAPD markers and QTL mapping of a new source of resistance to beet necrotic yellow vein virus. *Theoretical and Applied Genetics*, *114*, 1151-1160. https://doi.org/10.1007/s00122-007-0507-3
12. Hoffmann, C. M., & Kluge-Severin, S. (2010). Light absorption and radiation use efficiency of autumn and spring sown sugar beets. *Field Crops Research*, *119*, 238-244. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.07.014
13. Hosseinpour, M., & Babaei, B. (2017). Investigating the reason for the low sugar extraction rate in autumn sugar beet cultivation in Golestan province in 2018. Joyn sugar factory. *The Final Report of the Research Project of the Sugar Beet Research Institute.*
14. Jahani Moghadam, A., Parsa, S., Mahmoudi, S., & Ahmadi, M. (2015). Evaluation of the effects of planting date and cultivar on yield and stem on sugar beet cultivars under autumn cultivation conditions. *Plant Cultivation and Breeding*. *13*(2), 43-57.
15. Jalilian, A., & Najafi, R. V. (2016). Estimation of the most suitable time for planting sugar beet using climatic parameters in different regions of Kermanshah province. *Sugar Beet*, *33*(2), 133-121.
16. Kandil, A. A. (2004). Effect of planting dates, nitrogen, levels and bio-fertilization on growth attributes of sugarbeet. *Scientific Journal of King Faisal University*, *5*(2), 227-237.
17. Kandil, A. A., Badawi, M. A., El-Moursy, S. A., & Abdou, U. M. A. (2004). Effect of planting dates, nitrogen levels and biofertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*, *5*(2), 227-237.
18. Leilah, A. A., Badawi, M. A., Said, E. M., Ghonema, M. H. & Abdou, M. A. E. (2005). Effect of planting dates, plant population and nitrogen fertilization on sugar beet productivity under the newly reclaimed sandy soils in Egypt. *Scientific of King Faisal University*, *6*(1), 95-110. https://doi.org/10.21608/jpp.2017.40480
19. Longden, P. C., & Thomas, T. H. (1989). Why not autumn sowing sugar beet. *British Sugar Beet Review*, *57*(3), 30-38.
20. Lubova, T. N., Islamgulov, D. R., Ismagilov, K. R., Ismagilov, R. R., Mukhametshin, A. M., & Alimgafarov, R. R. (2018). Economic efficiency of sugar beet production. *Journal of Engineering and Applied Science*, *13*, 6565-6569. http://doi.org/10.36478/jeasci.2018.6565.6569

21. Nabipour, Z., Habibi, D., Ahmadi, M., Taleghani, D., & Kashani, A. (2017). Assessing the suitability of the climatic conditions of North, Razavi and South Khorasan provinces for the autumn cultivation of sugar beet using the geographic information system. *Sugar Beet*, *34*(2), 165-179.
22. Pavlů, K., Chochola, J., Pulkrábek, J., & Urban, J. (2017). Influence of sowing and harvest dates on production of two different cultivars of sugar beet. *Plant Soil and Environment*, *63*, 76-81. https://doi.org/10.17221/614/2016-PSE
23. Pi, Z., Stevanato, P., Yv, L. H., Geng, G., Guo, X. L., Yang, Y., Peng, C. X., & Kong, X. S. (2014). Effects of potassium deficiency and replacement of potassium by sodium on sugar beet plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, *61*, 224-230. https://doi.org/10.1134/S1021443714020101
24. Reinefeld, E., Emmerich, B., Baumgarten, G., Winner, C., & Beiss, U. (1974). Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. *Zucker*, *27*, 2-15.
25. Refay, Y. A. (2010). Root yield and quality traits of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) varieties in relation to sowing date and stand densities. *World Journal of Agricultural Sciences*, *6*(5), 589-594. https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.27.11.13732
26. Richter, G. M. A., Semenov, Q. M. A., & Jaggard, K. W. (2006). Modelling the variability of UK sugar beet yields under climate change and husbandry adaptations. *Soil Use and Management*, *22*(1), 39-47. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2006.00018.x
27. Rinaldi, M., & Vonella, A. V. (2006). The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in Southern Italy: Water and radiation use efficiency. *Field Crops Research*, *95*(2-3), 103-114.
28. Russell, T., Alexander John, T., Rush George, E., & Hawkes George, R. J. (1971). Advance in sugar beet production: *Principles and Practices*, *470*.
29. Sadeghzadeh, D. S., Shirzadi, M. H., Aghaiizadeh, M., Fathullah Taleghani, D., Javaheri, M. A., & Ali Asgari, A. (2012). The effect of planting and harvesting dates on the quantitative and qualitative yield of five sugar beet cultivars in fall cultivation in Jiroft region. *Sugar Beet Research Institute*, *Karaj*, *28*(1), 25-42.
30. Sadeghian Motahar, S. Y. (1994). Use of one-year gene (B) to screen bolting-resistant lines in sugar beet. *Sugar Beet*, *10*(1), 1-7.
31. Sadegh Zadeh Hemaiati, S., Shirzadi,M. H., Aghaeizadeh, M., Taleghani, M. A., Javaheri, A., & Asgari, A. (2013). The effect of planting and harvesting date on the quantitative and qualitative yield of five cultivars in autumn sugar beet cultivation in Jiroft region. *Sugar Beet*, *28*(1), 25-42.
32. Shalaby, N. M. E., Osman, A. M. H., & Allabbody, A. H. S. A. (2011). Relative performance of some sugar beet varieties under three plant densities in newly reclaimed soil. *Egyptian Journal of Agriculture and Research*, *89*(1), 291-299. https://doi.org/10.21608/ejar.2011.174272
33. Tahisin, S., & Hali, A. (2004). Plant density and sowingdate effects on sugar beet yield and Quality. *Agronomy Journal*, *3*(3), 215-218. https://doi.org/10.3923/ja.2004.215.218
34. Taleghani, D., & Sadegh Zadeh, S. (2012). Determining the most suitable date for planting and harvesting autumn sugar beet in Mughan, Fars and Golestan regions. Final Report of the Research Project. *Sugar Beet Research Institute*.
35. Taleghani, D., Mohammadian, R., & Sadeghzadeh Saghadi, S. (2012). Autumn sugar beet planting, growing and harvesting guide (2nd edition). *Publication of Agricultural Education*, American Journal, 174 p.
36. Toth, P., Tancik, J. J., & Cagan, L. (2006). Distribution and harmfulness of field dodder (Cuscuta Campestris Yuncker) at sugar beet fields in Slovakia. *Proc Nat Sci Matica* Srpska *Novi Sad*. *Proc Nat Sci Matica* Srpska *Novi Sad*. No. 110, 179-185.
37. Vahidi, H., Sadeghzadeh Hamaiti, S., Rajabi, A., & Yarnia, M. (2016). Reaction of quantitative and qualitative traits of sugar beet genotypes to different planting and harvesting dates. *Sugar Beet*, *34*(1), 1-15.
38. Waling, I., Vark, W. V., Houba, V. J. G., & Vanderlee, J. J. (1989). Soil and Plant Analysis, A series of syllabi. Part 7. Plant Analysis Procedures. Wageningen Agriculture University, Netherland. 168 p.
39. Wolfgang, A., Zachow, C., Müller, H., Grand, A., Temme, N., & Tilcher, R. (2020). Understanding the impact of cultivar, seed origin, and substrate on bacterial diversity of the sugar beet rhizosphere and suppression of soil-borne pathogens. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 1-15. http://doi.org/10.3389/fpls.2020.560869
40. Yousefabadi, V. A. (2013). Comparison of quantitative and qualitative yields of bolting-resistant varieties of sugar beet under growing conditions of Golestan province. Final Report of the Research Project. Sugar Beet Research Institute.
41. Zarski, J., Kuśmierek-Tomaszewska, R., & Dudek, S. (2020). Impact of irrigation and fertigation on the yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in a moderate climate. *Agronomy*, *10*, 166. https://doi.org/10.3390/agronomy10020166